

Kajian Rekrutmen Karang Pada Substrat Keras Pasca Gempa dan Tsunami di Pulau Siopa Besar, Kabupaten Kepulauan Mentawai, Propinsi Barat Sumatera Barat

Suparno¹ dan Arlius²

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta,
Jln. Sumatera Ulak Karang Padang 25114

ABSTRAK

Gempa dan Tsunami Kabupaten Kepulauan Mentawai terjadi tanggal 20 Oktober 2010 gempa dengan *Magnitude* 7.7 mengguncang sebagian besar kawasan pantai Sumatra Barat sampai Bengkulu. Kondisi terumbu karang setelah 4,5 tahun pasca gempa dan tsunami masih dalam kategori buruk dan belum ada pemulihan yang signifikan. Kondisi karang pada kedalaman 3-7 meter banyak mengalami kerusakan dibandingkan pada kedalaman lebih dari 10 meter. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kelimpahan rekrutmen karang pada substrat keras di perairan yang terkena tsunami dengan kedalaman yang berbeda. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Substrat penempelan karang terbuat dari semen berukuran 20x20x2 cm³ dan ditempatkan di kedalaman 3 meter dan 7 meter. Pengambilan data rekrutmen karang setelah waktu 2, 4, dan 6 bulan penelitian dengan masing-masing 3 kali ulangan. Hasil penelitian menyatakan bahwa didapatkan 4 famili dan 10 jenis rekrutmen karang dengan jenis karang: *Acropora humilis*, *Acropora intermedia*, *Acropora carduus*, *Acopora prostrate*, *Acropora formosa*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora hystrix*, *Porites cylindrical*, *Porites lobata* dan *Fungia fungites*. Jenis karang yang mendominasi pada substrat keras adalah *Pocillopora damicornis*. Kelimpahan rekrutmen karang lebih tinggi diperoleh di kedalaman 3 meter dibandingkan dengan kedalaman 7 meter.

Kata kunci: rekrutmen, karang, substrat, pasca gempa dan tsunami

PENDAHULUAN

Gempa dan Tsunami Kabupaten Kepulauan Mentawai terjadi tanggal 20 Oktober 2010 gempa dengan *Magnitude* 7.7 (USGS, 2010) mengguncang sebagian besar kawasan pantai Sumatra Barat sampai Bengkulu. Gempa ini kemudian membangkitkan tsunami yang meluluhlantahkan hampir seluruh kampung di kawasan pesisir barat Pulau Sipora bagian selatan, Pulau Pagai Utara dan Pagai Selatan. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) per tanggal 9 November 2010 menyebutkan bahwa korban meninggal akibat bencana tsunami tercatat 448 orang, dengan menyisakan 7328 orang yang sampai sekarang masih bertahan di pengungsian. Kehancuran *massive* di kawasan pesisir serta korban jiwa yang relatif besar terjadi di pantai barat dengan ketinggian tsunami 5–8 meter.

Kesuksesan reproduksi karang merupakan tahap awal dalam penambahan individu karang pada terumbu. Agar populasi karang terjaga maka koloni karang yang mati harus tergantikan melalui proses rekrutmen dengan larva maupun reproduksi secara aseksual. Tingginya rekrutmen karang merupakan suatu indikasi terjadinya pemulihan dalam komunitas terumbu. Tingkat rekrutmen karang bercabang menurut Engelhardt (2000) bahwa

densitas rekrutmen karang dalam kuadrat $1 \times 1 \text{ m}^2$; dikagorikan sangat rendah: 0-2.5, rendah: 2.6-5, sedang: 5.1- 7.5, tinggi: 7.6-10, dan sangat tinggi: >10.

Data-data tentang kondisi terumbu karang dan rekrutmen karang setelah gempa dan tsunami sangat sedikit atau jarang baik Indonesia dan dunia. Walaupun tsunami sudah sering terjadi di Indonesia, terakhir kejadian tsunami di Kabupaten Kepulauan Mentawai dan kondisi karang dan rekrutmen belum ada yang mendata. Setelah terjadi tsunami karang mengalami kerusakan besar terutama di teluk dan perairan tepi pantai. Kerusakan karang umumnya berat pada kedalaman 3-10 meter. Setelah terjadi tsunami perlu adanya konsep restorasi terumbu karang. Restorasi karang alami sangat tergantung kepada datangnya larva karang. Memahami rekrutmen karang sangat penting untuk membuat konsep restorasi ekosistem karang. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kelimpahan rekrutmen karang pada substrat keras di perairan yang terkena tsunami dengan kedalaman yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian di lapangan selama 6 bulan dilakukan Februari 2015 sampai Agustus 2015 di Pulau Sipora Besar, Kecamatan Sikakap, Kabupaten Kepulauan Mentawai, Propinsi Sumatera Barat. Sampel rekrutmen karang diambil lokasi di perairan Pantai Barat (daerah terkena tsunami). Analisis jenis rekrutman karang dan kualitas air dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan, Universitas Bung Hatta.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah substrat dan kerangka besi. Peralatan yang digunakan adalah peralatan selam SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus), jangka sorong, kamera under water, GPS, Kapal, alat tulis bawah air, botol sampel air, fotomikroskop, pisau, gelas obyek, cover glass, rool meter 100 m, termometer, refraktometer, Sechi disc, spektrofotometer, rangka besi, pipa polongan air dan floating drouge.

Penelitian untuk mengamati perkembangan sukseksi terumbu karang selama waktu 6 bulan dengan metode eksperimental. Semua substrat ditempatkan secara bersamaan pada waktu awal, lalu dilakukan pengambilan setelah waktu 2 bulan, 4 bulan dan 6 bulan dengan masing-masing 3 kali ulangan. Penelitian di lakukan pada lokasi di pantai barat (terkena tsunami) yaitu Pulau Siopa Besar, Desa Taikako, Kecamatan Sikakap.

Metode penelitian substrat ini berdasarkan penelitian Rudi (2006) bahwa substrat penempelan adalah substrat dari semen berukuran $20 \times 20 \times 2 \text{ cm}^3$ terlebih dahulu diberi lubang pada setiap sudutnya untuk mengikatnya ke rangka besi, lalu permukaannya dikasar

menggunakan kawat sikat. Substrat diletakkan pada suatu kerangka besi yang ditanamkan secara kuat di kedalaman 3 meter dan 7 meter. Penempatan substrat penempelan pada kerangka adalah secara vertical (tegak lurus) dengan tujuan untuk memperoleh kelulusan hidup yang optimum dari larva karang. Jarak antar substrat penempelan minimal 5 cm. Substrat penempelan diikatkan pada kerangka besi dengan menggunakan tali plastik melalui lubang di masing-masing sudut substrat. Identifikasi terhadap rekrutmen karang yang menempel dapat dilakukan secara langsung, dengan bantuan kaca pembesar atau dengan menggunakan mikroskop binokuler. Semua spesies karang yang diperoleh dicatat, lalu dihitung jumlahnya.

Pengukuran kualitas air dilakukan 2 bulan sekali dengan parameter yang diukur langsung di lapangan meliputi kecepatan arus, suhu air, pH, salinitas, kecerahan, dan DO, sedangkan parameter yang diukur di laboratorium meliputi nitrat, fosfat, TSS, dan silikat.

Perbedaan kelimpahan rekrutmen karang pada kedua perlakuan penelitian diuji dengan uji t berpasangan (Walpole 1995).

$$t = \frac{(X_1 - X_2) - d_0}{S_p \sqrt{(1/n_1) + 1/n_2}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Dimana : t = uji berpasangan x_1 = rata-rata populasi 1
 x_2 = rata-rata populasi 2 $d_0 = \mu_1 - \mu_2$
 μ = nilai tengah populasi s_p^2 = ragam populasi gabungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Perairan Pulau Sipora Besar

Kualitas perairan merupakan faktor penentu bagi pertumbuhan karang dan sangat berpengaruh bagi kondisi dan komunitas karang. Data kualitas perairan Pulau Siopa Besar diambil di penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata data kualitas perairan Pulau Siopa Besar

Parameter	Februari 2015	April 2015	Juni 2015	Agustus 2015	Baku Mutu*
Fisika					
Suhu (°C)	29	29	29	30	28-30
Kecerahan (m)	11	12	13	11	>5
Arus permukaan (m/det)	0,46	0,41	0,38	0,50	-
Kimia					
Salinitas	33	33	33	33	33-34
pH	8,03	8,04	8,05	8,01	7-8,5
TSS (mg/l)	5,99	5,90	5,70	6,10	<20
DO (mg/l)	6,50	6,40	6,30	6,99	>5
Fosfat (mg/l)	0,017	0,020	0,022	0,027	0,015
Nitrat (mg/l)	0,087	0,086	0,081	0,090	0,008
Silikat (mg/l)	0,491	0,431	0,391	0,499	-

*Baku Mutu KLH No 51 Tahun 2004

Data kualitas suhu, kecerahan, salinitas, silikat dan DO sangat mendukung pertumbuhan karang. Sementara data fosfat dan nitrat melebihi baku mutu KLH (2004) hal ini disebabkan karena perairan ini banyak mendapat masukan fosfat dan nitrat berasal dari sungai yang mengalir ke pantai barat Pulau Pagai Utara dan Pagai Selatan.

Rekrutmen Karang

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan di lokasi penelitian Pulau Siopa Besar, Pagai Utara selama enam bulan (Bulan Februari-Agustus 2015) pada kedalaman 3 m dan 7 m dengan waktu pengamatan yaitu 2, 4, dan 6 bulan diperoleh 4 famili dengan 10 jenis rekrutmen karang (Tabel 2).

Tabel 2. Rekrutmen karang yang didapatkan selama penelitian

No	Taksa	Kedalaman 3 m			Kedalaman 7m		
		Bulan 2	Bulan 4	Bulan 6	Bulan 2	Bulan 4	Bulan 6
I	Acroporidae						
1	<i>Acropora humilis</i>	-	+	+	-	-	+
2	<i>Acropora intermedia</i>	+	+	+	+	+	+
3	<i>Acropora carduus</i>	-	+	+	-	-	+
4	<i>Acopora prostrata</i>	-	+	+	-	-	+
5	<i>Acropora formosa</i>	-	+	+	-	+	+
II	Pocilloporidae						
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	+	+	+	+	+	+
2	<i>Seriatopora hystrix</i>	+	+	+	+	+	+
III	Poritidae						
1	<i>Porites cylindrica</i>	-	+	+	-	+	+
2	<i>Porites lobata</i>	-	+	+	-	+	+
IV	Fungiidae						
1	<i>Fungia fungites</i>	-	+	+	-	-	+
	<i>Jumlah Spesies</i>	3	10	10	3	6	10

Keterangan : + = ditemukan; - = tidak ditemukan

Kelimpahan rekrutmen tertinggi karang pada substrat keras diperoleh di kedalaman 3 meter dengan kepadatan 22-64 koloni/substrat, sedangkan terendah di kedalaman 7 m dengan kepadatan 9-32 koloni/substrat pada pengambilan bulan 2, 4, dan 6 bulan (Tabel 3). Berdasarkan hasil uji t berpasangan menunjukkan perbedaan yang nyata pada ($p < 0,05$) nilai kelimpahan rekrutmen antara kedalaman 3 meter dan 7 meter.

Kedalaman perairan terlihat memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah rekrutmen karang yang menempel pada substrat penempelan. Hasil pengamatan dengan dua kedalaman perairan yaitu 3 meter dan 7 meter, memperlihatkan bahwa rata rata kepadatan rekrutmen karang yang tinggi diperoleh di kedalaman 3 meter dan nilai yang rendah di kedalaman 7 meter. Hasil yang di peroleh ini menunjukkan bahwa faktor cahaya dan kecerahan perairan menjadi penentu dalam membatasi sebaran vertikal organisme karang cahaya menjadi penting bagi karang karena sebagai organisme yang bersimbiosis dengan

zooxanthellae, cahaya diperlukan untuk keperluan fotosintesis organisme simbiotiknya tersebut.

Tabel 3. Kelimpahan rekrutmen karang (koloni/substrat)

No	Taksa	Kedalaman 3 m			Kedalaman 7m		
		Bulan 2	Bulan 4	Bulan 6	Bulan 2	Bulan 4	Bulan 6
I	Acroporidae						
1	<i>Acropora humilis</i>	0	2	3	0	0	2
2	<i>Acropora intermedia</i>	3	4	5	1	2	3
3	<i>Acropora carduus</i>	0	1	1	0	0	1
4	<i>Acopora prostrata</i>	0	1	2	0	0	1
5	<i>Acropora formosa</i>	0	2	3	0	1	2
II	Pocilloporidae						
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	10	19	27	6	8	10
2	<i>Pocillopora hystrix</i>	9	12	15	2	7	8
III	Poritidae						
1	<i>Porites cylindrica</i>	0	2	3	0	1	2
2	<i>Porites lobata</i>	0	2	3	0	1	2
IV	Fungiidae						
1	<i>Fungia fungites</i>	0	1	2	0	0	1
	<i>Jumlah</i>	22	46	64	9	20	32

Intensitas cahaya yang sangat diperlukan bagi kehidupan karang mulai dari tahap larva sampai dewasa. Mundy dan Babcock (1998) membuktikan bahwa intensitas cahaya dan kualitas spektrumnya mempengaruhi densitas penempelan larva karang. Hasil penelitian Babcock dan Mundy (1996) pada skala laboratorium melalui eksperimen dengan menggunakan intensitas cahaya berbeda memperlihatkan bahwa intensitas cahaya merupakan variabel yang bertanggung jawab terhadap orientasi penempelan larva karang. Menurut Veron (1995) hewan karang pembangun terumbu karang (disebut juga *hermatypic coral*) memanfaatkan energi cahaya matahari sehingga menjadi kunci eksistensinya di wilayah tropis sesuai dengan pandangan teori terumbu karang yang modern. Cahaya secara ekologi merupakan faktor pembatas dari semua parameter fisika lingkungan, sebab itu cahaya dapat menyebabkan pembatasan secara fisika terhadap sebaran biogeografi karang baik secara horizontal maupun vertikal.

Tingginya kelimpahan rekrutmen karang di kedalaman 3 meter dibandingkan dengan 7 meter juga dapat dicerminkan oleh lebih baiknya kondisi terumbu karang yang sudah stabil di kedalaman 5 meter dibandingkan 10 meter. Hasil diperoleh pada penelitian ini didukung oleh laporan Baird *et al.* (2003), bahwa spesies karang yang mempunyai sebaran vertikal yang luas seperti *Platygyra daedalea* akan lebih banyak menempel pada substrat yang ditempatkan di perairan dangkal (2 meter) dibandingkan pada substrat di perairan dalam (10 meter). Hal yang sama juga diperlihatkan oleh spesies karang reef flat *Goniastera aspera* dan *G. retiformis* yang menempel empat kali lebih banyak pada substrat penempelan di perairan dangkal.

Selain cahaya rekrutmen karang juga dipengaruhi musim. Fluktuasi terjadi karena adanya puncak-puncak pemijahan pada waktu-waktu tertentu, yaitu diperkirakan mirip dengan yang terjadi di Karimunjawa sepanjang bulan Maret-April dan Oktober–November setelah berlangsungnya bulan penuh (Edinger *et al.*, 1996; Munasik dan Azhari, 2002; Munasi dan Wijatmoko, 2005). Hasil serupa diperoleh oleh Guest *et al.* (2005) bahwa waktu pemijahan masal karang di Singapura terjadi dua kali dalam setahun, yaitu dengan puncaknya pada bulan Maret-April dan diikuti dengan Oktober-November.

Hasil pengamatan di lokasi penelitian memperlihatkan bahwa spesies rekrutmen karang didominasi oleh anggota Famili Pocilloporidae, terutama *P. damicornis* dan *S. hystrix*. Adanya dominasi anggota Famili Pocilloporidae yaitu spesies *P. damicornis*, dan *S. hystrix* pada substrat penempelan, baik dalam hal kelimpahan maupun frekuensi kehadiran, diperkirakan berhubungan dengan sifat reproduksi karang-karang ini yang mengerami (brooding) dan berlangsung sepanjang tahun, kopentensi larvanya yang relatif lama (mencapai sekitar 100 hari) dan tidak memerlukan persyaratan berupa perangsang khusus pada substrat tempat menempelnya. Sejumlah penelitian sebelumnya telah memperlihatkan dominasi karang Pocilloporidae pada substrat penempelan seperti dilaporkan oleh Gleason (1996), Abrar (2000), Saputra (2004) dan Samidjan (2005).

Morse *et al.* (1996) serta Baird dan Morse (2004) menjelaskan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara karang anggota famili Pocilloporidae dengan Acroporidae dalam hal mengkolonisasi suatu substrat yang baru, terutama berhubungan dengan komposisi lapisan biologis pada substrat penempelan. Spesies *Acropora palifera* (Famili Acroporidae) dilaporkan hanya akan mampu bermetamorfosis bila ada substrat terdapat populasi *crustose coralline algae* (CCA), beberapa halnya dengan spesies *Stylopora pistilata* (Famili Pocilloporidae) yang akan mampu untuk menempelkan dan bermetamorfosis dengan ada atau tidak adanya CCA tersebut.

Rendahnya kelimpahan rekrut karang yang ditemukan pada substrat penempelan diperkirakan karena substrat yang belum cukup teradaptasi dan lapisan biologis yang terbentuk belum optimum. Hal ini menjadi penting karena sejumlah larva karang justru menjadikan lapisan biologis tersebut menjadi prasyarat untuk menempel dan bermetamorfosis. Selain itu lamanya larva karang menjalani kehidupan sebagai organisme planctonik dan kompetensi larvanya (periode sepanjang larva melewati kemampuan untuk menempel dan metamorfosis) juga sangat terbatas pada sejumlah spesies, seperti pada genus *Acropora*. Menurut Richmond (1988) karang genus *Acropora* melakukan reproduksi secara spawning (memijah) dengan masa kompetensi larvanya selama 20 hari (sekitar 3-4 Minggu)

Hal yang berbeda terjadi pada anggota Pocilloporidae yang tidak menjadikan lapisan biologis sebagai prasyarat untuk mengkolonikan suatu substrat keras. Menurut Richmond (1988), anggota famili ini melakukan reproduksi dengan cara brooding (mengerami), sehingga mempunyai larva yang sudah mengandung *zooxanthella*. Masa kompetensinya larva seperti ini akan lebih lama yaitu sekitar 100 hari.

Diaz-Pulido dan McCook (2002) menyatakan bahwa substrat di lingkungan terumbu karang dengan cepat akan dikolonisasikan oleh alga filamen (*filamentous algae*), namun memproses suksesi substrat dari alga filamen ke CCA akan memakan waktu berminggu-minggu bahkan sampai tahunan. Lebih jauh Van Moorsel (1988) mengemukakan bahwa tiga bulan adalah waktu yang diperlukan bagi substrat baru untuk cocok sebagai tempat penempelan larva karang. Namun tidak demikian halnya dengan larva karang dari Pocilloporidae yang mampu mengkolonisasi substrat sesegera mungkin, sehingga anggota famili ini merupakan spesies pionir dalam mengkolonisasi substrat baru. Selain itu, anggota Pocilloporidae dilaporkan mampu memijah sepanjang tahun (Glynn *et al.* (1991), sehingga keberadaannya dikomunikasikan karang dewasa yang sudah mantap sering mendominasi.

Hasil penelitian yang mirip juga telah dilaporkan oleh Yeemin (2000) bahwa keragaman dan densitas spesies juvenil koloni karang yang diamati di substrat penempelan dengan di habitat alam secara komparatif adalah rendah. Beberapa jenis karang sangat melimpah dalam hal jumlah koloni yang besar dan persentase karang keras, namun hanya sedikit koloni juvenilnya yang ditemukan di substrat. Demikian juga dengan laporan Dunstont dan Johnson (1998) yang telah melakukan studi mengenai rekrutmen karang scleractinia pada substrat penempelan di Pulau Heron, Great Barrier Reef selama empat tahun (September 1991-September 1995) dengan tujuan mengkuantifikasikan pola-pola spasial temporal dalam skala berbeda dan mempelajari kematian setelah penempelan. Hasil pengamatan bahwa

rekrutmen karang didominasi oleh karang Pocilloporidae yang terhitung sebanyak 80.1% dari 8,627 spot, sedangkan Acroporidae hanya 16,4%. Anggota Famili Poritidae, Faviidae dan isoparon Acroporidae sangat jarang menempel pada substrat (3.5%), meskipun mereka terlihat sangat berlimpah pada komunitas terumbu karang yang sudah menetap (dewasa).

KESIMPULAN

Dari penelitian Kajian Rekrutmen Karang Pada Substrat Keras Pasca Gempa dan Tsunami di Pulau Siopa Besar, Kabupaten Kepulauan Mentawai, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Kualitas perairan di Pulau Siopa Besar sangat mendukung untuk pertumbuhan karang pasca tsunami.
2. Penelitian rekrutmen karang pada substrat keras didapatkan 4 famili dan 10 jenis rekrutmen karang dengan jenis karang: *Acropora humilis*, *Acropora intermedia*, *Acropora carduus*, *Acopora prostrate*, *Acropora formosa*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora hystrix*, *Porites cylindrical*, *Porites lobata* dan *Fungia fungites*. Jenis karang yang mendominasi pada substrat keras adalah *Pocillopora damicornis*.
3. Kelimpahan rekrutmen yang tinggi tinggi ditemukan pada kedalaman 3 meter dibandingkan dengan kedalaman 7 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. 2000. Coral Colonization (Scleractinian) on Artificial Substrate at Sikuwai Island, Bungus, Teluk Kabung Padang, West Sumatera: A Conservation Planning for Damaged Coral Reef. Di Dalam: Soemodihardjo (Ed.). Prosiding Lokakarya Pengelolaan dan Iptek Terumbu Karang Indonesia. Prosiding Lokakarya, 22- 23 Nopember 1999. Jakarta; LIPI. Hlm 173-176.
- Baird AH, RC Babcock, CP Mundy. 2003. Habitat Selection by Larvae Influences the Depth Distribution of Six Common Coral Species. Mar. Ecol. Prog. Ser. (252): 289-293.
- Baird AH, ANC Morse. 2004. Introduction of Metamorphosis in Brooding Coral *Acropora palifera* and *Stylophora pistillata*. Marine and Freshwater Research (55): 469-472.
- Diaz-Pulido G and L.J McCook. 2002. The Fate of Bleached Corals: Patterns and Dynamics of Algal Recruitmen. Mar. Ecol. Prog. Ser. (232): 115-128.
- Dunstan, PK, and CR Johnson. 1998. Spatio-Temporal Variation in Coral Recruitment at Different Scales on Keron Reef, Southern Great Barrier Reef. Coral Reef (17): 71-81.

- Edinger EN, I Azhar, WE Mallchok, EG Setyadi. 1996. Mass Spawning of Reef Corals in the Java Sea, Indonesia. Proc. 8 th Int. Coral Reef Symp. Panama, Abstract:57.
- Engelhardt, U. 2000. Monitoring Protokol for Assessing the Status and Recovery Potensial of Scleractinian Coral Communities on Reef Affected by Mayor Ecological Disturbances. www.macss/sc/coral. [20 April 2013]
- Glynn PW, NJ Gassman NJ, CM Eakin, J Cortes, DB Smith, HM Guzman. 1991. Reef Coral Reproduction in Eastern Pacific: Costarica, Panama and Galapagos Islands. Marine Ecology (109): 355-369.
- Gleason MG. 1996. Coral Recruitmen in Moorea, French Polynesia: The Importance of Patch Type and Temporal Variation. Exp. Mar. Biol. Ecol (207): 79-101.
- Guest JR, AH Baird, BPL Goh, LM Chou. Reproductive Seasonality in an Equatorial Assemblage of Scleractinian Corals. Coral Reef (24): 112-116.
- Morse, DE, L Iwao, M Baba, K Shimoike, T Hayashibara, and Omori. 1996. An Ancient Chemosensory Mechanism Brings New Life to Coral Reefs. The Bol. Bull. (191): 149-154.
- Munasik, Azhari A. 2002. Masa reproduksi dan struktur gonad karang *Acropora aspera* di Pulau Panjang Jepara. *Prosiding Konperensi Nasional III Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia*. Bali, 21-24 Mei 2002.
- Munasik, Widjamoko W. 2005. Reproduksi karang *Acropora aspera* di Pulau Panjang, Jawa Tengah: Waktu spawning. *Ilmu Kelautan*.(10): 30-34.
- Mundy CC, RC Babcock. 1998. Role of Light Intensity and Spectral Quality in Coral Settlement: Implications for Depth-Dependent Settlement? *Exp. Mar. Biol. Ecol.* (223): 235-255.
- Richmond RH. 1988. Competency and Dispersal Potential of Planula Larvae of Aspawning Versus a Brooding Coral. *Proc. 6th int. Coral Reef Symp.* Townsville. (2).827-831.
- Rudi, E. 2006. Rekrutmen Karang (Skleraktinian) di Ekosistem Terumbu Karang Kepulauan Seribu DKI, Jakarta. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Samidjan, I. 2005. Suksesi Struktur Komunitas pada Terumbu Buatan di Perairan Pulau Menjangan Besar dan Gon Waru, Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. Disertasi. Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Saputra, S. Kelimpahan Juvenil Karang Batu dan Variasi Spasio-Temporal pada Substrat Keras di Lokasi Utara dan Selatan Pulau Payung Kepulauan Seribu Jakarta. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- USGS, 2010, URL. <http://earthquake.usgs.gov/>. Diakses pada 27 Oktober 2010.

- Van Moorsel GWNM. 1988. Early Maximum Growth of Stony Corals (Scleractinia) after Settlement on Artificial Substrata on a Carribbean Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* (50): 127-137.
- Veron JEN. 1995. *Coral In Space and Tome*. Townsville. Australian Institute of Marine Science.
- Walpole RE. 1995. *Pengantar Statistika*. Sumantri, penerjemah; Jakarta: PT Gramedia. Terjemahan dari: *Introduction to Statistics*. hlm 369 -373.
- Yeemin T. 2000. Pattern of Coral Recruitment in the Gulf of Thailand. *Di dalam: Moosa, editor. Proc. Of the Ninth Int. Coral Reef Symp.*; Bali, 23-27 Oktober 2000. Jakarta: Menteri Lingkungan Republik Indonesia, LIPI dan ISRS. *Abstracts*.